

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. März 2004 (18.03.2004)

PCT

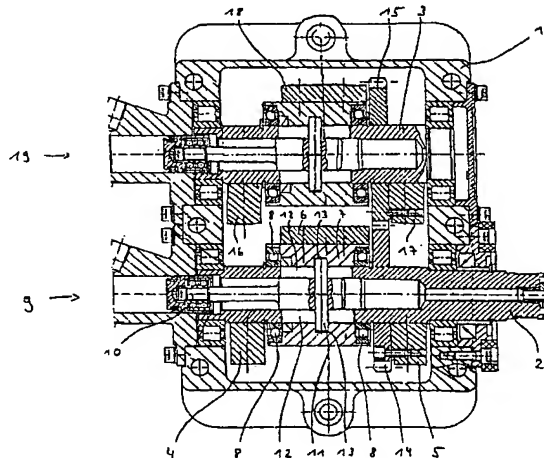
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/022250 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B06B 1/16** (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2003/009822** (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RIEDL, Franz**
[DE/DE]; Hofenfeldsstrasse 3, 80637 München (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 4. September 2003 (04.09.2003) (74) Anwalt: **HOFFMANN, Jörg, Peter**; Müller, Hoffmann &
Partner, Innere Wiener Str. 17, 81667 München (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
(30) Angaben zur Priorität: 102 41 200.6 5. September 2002 (05.09.2002) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **WACKER CONSTRUCTION EQUIPMENT AG** Veröffentlicht:
[DE/DE]; Preussenstrasse 41, 80809 München (DE). — mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VIBRATION EXCITER FOR SOIL COMPACTING DEVICES

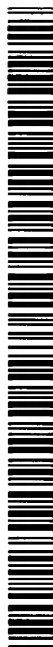
(54) Bezeichnung: SCHWINGUNGSERREGER FÜR BODENVERDICHTUNGSGERÄTE



(57) Abstract: A vibration exciter for soil compacting devices, e.g. for a vibration plate, comprises unbalanced shafts (2, 3). These unbalanced shafts are parallel or coaxial to one another, can be driven in opposite directions with the same rotational speed, and each supports a stationary unbalanced mass (4, 5, 16, 17) and an unbalanced mass (6, 18) that can rotatably move relative to the unbalanced shaft (2, 3). The relative position of a respective moving unbalanced mass (6, 18) with regard to the unbalanced shaft (2, 3) supporting the same can be adjusted by an adjusting device (9, 19) so that the centrifugal forces produced by the unbalanced masses during the rotation of the unbalanced shafts (2, 3) are entirely canceled out in every position of rotation of the unbalanced shafts (2, 3). This makes it possible, among other things, to effect a change in the relative position so that the magnitude of a total centrifugal force resulting from the unbalanced masses is proportional to an advancing speed of the soil compacting device.

(57) Zusammenfassung: Ein Schwingungserreger für Bodenverdichtungsgeräte, z. B. für eine Vibrationsplatte, weist parallel oder koaxial zueinander stehende, gegenläufig mit gleicher Drehzahl antreibbare Unwuchtwellen (2, 3) auf, die jeweils eine feststehende Unwuchtmasse (4, 5, 16, 17) und eine relativ zur Unwuchtwellen (2, 3) drehbar bewegliche Unwuchtmasse (6, 18) tragen. Die Relativstellung einer jeweiligen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2004/022250 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

beweglichen Unwuchtmasse (6, 16) bezüglich der sie tragenden Unwuchtwellen (2, 3) ist durch eine Einstelleinrichtung (9, 19) derart einstellbar, dass sich die bei Drehung der Unwuchtwellen (2, 3) durch die Unwuchtmassen erzeugten Fliehkräfte in jeder Drehstellung der Unwuchtwellen (2, 3) in ihrer Gesamtheit aufheben. Auf diese Weise ist es unter anderem möglich, dass eine Änderung der Relativstellung derart durchführbar ist, dass der Betrag einer aus den Unwuchtmassen resultierenden Gesamt-Fliehkraft proportional zu einer Fortbewegungs-Geschwindigkeit des Bodenverdichtungsgeräts ist.

Schwingungserreger für Bodenverdichtungsgeräte

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schwingungserreger für ein Bodenverdichtungsgerät gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

5

Derartige Schwingungserreger werden vorwiegend bei Vibrationsplatten vorteilhaft eingesetzt und sind z. B. aus der EP 0 358 744 B1 bekannt.

10

Ein ähnlicher Schwingungserreger ist in der DE 100 38 206 A1 beschrieben. Er weist zwei formschlüssig gegenläufig drehbar gekoppelte Unwuchtwellen auf, die jeweils eine feststehende Unwuchtmasse sowie eine relativ zu der feststehenden Unwuchtmasse und somit mit der Unwuchtwelle drehbar bewegliche Unwuchtmasse tragen. Die Stellung der beweglichen Unwuchtmassen ist durch Einstelleinrichtungen aktiv in einem größeren Bereich veränderbar.

15

20

Bei Drehung der Unwuchtwellen ergibt sich durch das Zusammenwirken der verschiedenen Unwuchtmassen eine resultierende Gesamtkraft, die je nach Bedienerwunsch in Vorwärts- oder Rückwärts-Fahrtrichtung gerichtet sein kann. Die Änderung der Fahrtrichtung wird durch die die beweglichen Unwuchtmassen ansteuern den Einstelleinrichtungen bewirkt. Wenn der Bediener einen Stillstand des Bodenverdichtungsgeräts wünscht, wird die resultierende Kraft der Fliehgewichte in Vertikalkrichtung gestellt. Das bedeutet auch, dass eine gezielte Verdichtung des Bodens im Stand der Maschine erreicht werden kann.

25

30

Nicht immer aber wünscht der Bediener eine derart starke Verdichtung an einer lokal begrenzten Stelle des Bodens. Insbesondere beim Hin- und Herfahren der Vibrationsplatte kann im sogenannten Umkehr- oder Reversierpunkt eine übermäßig starke und somit nachteilige Verdichtung des Bodens erreicht werden, da die auf den Boden wirkende Kraft in dieser Stellung am größten ist, während sie sich bei der Vorwärts- bzw. Rückwärtsfahrt der Vibrationsplatte und dem damit verbundenen Verschwenken des resultierenden Kraftvektors um beispielsweise 45° nach vorne oder hinten auf $1/\sqrt{2}$ des Maximalwertes verringert.

35

Auch wenn sich die beschriebenen Anordnungen demnach bei der Erd-, Sand- oder Kiesverdichtung hervorragend bewährt haben, können sie sich bei der Verdichtung von Asphalt- oder Verbundsteinflächen als problematisch erweisen, da durch die im Reservierpunkt vorherrschende maximale Vertikalkraft punktuelle Setzungen

- 1 auftreten können, die nicht mehr korrigierbar sind. Bei Asphaltwalzen wird daher üblicherweise im Reversierbetrieb die Vibration abgeschaltet, um ein zu tiefes Eindringen der Walze in den Asphalt bei der Richtungsumkehr zu vermeiden.
- 5 Zur Lösung dieses Problems wird in der DE 199 43 391 A1 ein Schwingungserreger beschrieben, bei dem die Phasenlage der Fliehgewichte derart einstellbar ist, dass sich die Vertikalkomponenten der durch die Fliehgewichte erzeugten Fliehkräfte in jeder Drehstellung aufheben, während sich die Horizontalkomponenten der Fliehkräfte entsprechend gleichgerichtet addieren. Dies ermöglicht es, dass die Vibrationsplatte im Stand keine Vertikalschwingungen mehr in den Boden einbringt, sondern vielmehr über eine Bodenkontaktplatte Schubspannungen in den Boden einleitet, mit denen z. B. bei einer Asphaltoberfläche Risse und Poren in vorteilhafter Weise verdichtet werden können.
- 10 Auch diese Anordnung hat sich in der Praxis hervorragend bewährt. Die im Standbetrieb der Vibrationsplatte herrschenden starken Horizontalschwingungen sind jedoch für den Bediener nicht immer angenehm und auch nicht immer zur Verdichtung der Bodenoberfläche erwünscht.
- 15 Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Schwingungserreger der vorgenannten Art derart weiterzuentwickeln, dass sich eine übermäßig starke Verdichtung des Bodens im Standbetrieb aufgrund starker Vertikalschwingungen vermeiden lässt, ohne dass der Bediener bzw. der zu verdichtende Boden im Gegenzug starken Horizontalschwingungen ausgesetzt ist.
- 20 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Schwingungserreger mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.
- 25 Ein erfindungsgemäßer Schwingungserreger weist vorzugsweise zwei parallel zueinander stehende, gegenläufig mit gleicher Drehzahl antreibbare Unwuchtwellen auf, die jeweils eine feststehende Unwuchtmasse und eine relativ zu der feststehenden Unwuchtmasse bzw. der jeweiligen Unwuchtwelle drehbar bewegliche Unwuchtmasse tragen. Jeder der Unwuchtwellen ist eine Einstelleinrichtung zugeordnet, mit der sich die Relativstellung der jeweiligen beweglichen Unwuchtmasse bezüglich der sie tragenden Unwuchtwelle verstellen lässt. Erfindungsgemäß sind die Relativstellungen der beweglichen Unwuchtmassen bezüglich der sie tragenden Un-
- 30
- 35

1 wuchtwellen durch die Einstelleinrichtungen derart einstellbar, dass sich die bei
Drehung der Unwuchtwellen durch die Unwuchtmassen erzeugten Fliehkräfte in je-
der Drehstellung der Unwuchtwellen in ihrer Gesamtheit aufheben. Das bedeutet,
dass zwar jede Unwuchtmasse für sich eine Fliehkraft erzeugt; die Fliehkräfte sind
5 jedoch richtungs- und betragsmäßig derart eingestellt, dass sie sich in der Gesamt-
summe kompensieren. Der Schwingungserreger erzeugt somit in diesem Betriebs-
zustand (Standstellung) keine Schwingungen, obwohl sich die Unwuchtwellen dreh-
hen.

10 Dadurch lässt sich in besonders vorteilhafter Weise erreichen, dass sich die Größe
der resultierenden Gesamt-Fliehkraft, d. h. die Schwingungsstärke, in Abhängigkeit
von der Fortbewegungs-Geschwindigkeit der Vibrationsplatte einstellen lässt. Wird
die Geschwindigkeit reduziert, reduziert sich auch die wirksame Fliehkraft in einem
entsprechenden Verhältnis bis hin zum Stillstand der Maschine, bei dem keine re-
15 sultierende Gesamt-Fliehkraft und somit keine Schwingung mehr vorliegt. Auf die-
se Weise lässt sich ein über die zu verdichtende Fläche sehr gleichmäßiger Energie-
eintrag in den Boden erreichen.

Bei einer besonderen Ausführungsform der Erfindung ist die Relativstellung auf je-
20 der einzelnen der Unwuchtwellen derart einstellbar, dass sich die Fliehkräfte der
von dieser Unwuchtwelle getragenen Unwuchtmassen in jeder Drehstellung der Un-
wuchtwelle aufheben. Das bedeutet, dass bereits bei dem Betrieb mit nur einer Un-
wuchtwelle eine Relativstellung erreicht werden kann, in der keine Schwingungs-
wirkung vorliegt.

25 Um eine Fortbewegung des Bodenverdichtungsgeräts wie bei bekannten Geräten zu
erreichen, sind bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Relativ-
stellungen derart veränderbar, dass sich die Fliehkräfte der Unwuchtmassen nicht
aufheben, sondern dass eine resultierende Gesamt-Fliehkraft eine Horizontalkom-
ponente aufweist. Damit lässt sich eine Fortbewegung der Vibrationsplatte, wie aus
30 dem Stand der Technik bekannt, bewirken.

Bei einem Richtungswechsel zwischen z. B. einer Vorwärts- und einer Rückwärts-
Fahrtrichtung ist übergangsweise die bereits beschriebene Stand-Stellung ein-
35 nehmbar, in der keine Schwingung in den Boden einwirkt. Damit lassen sich auch
beim Richtungswechsel im Reversierpunkt unerwünschte Vertikal- bzw. Horizontal-
schwingungen vermeiden. Da die Verstellung der beweglichen Unwuchtmassen

1 ausreicht, um die resultierende Fliehkraft mit der gewünschten Richtung und Grö-
2 ße zu erzeugen, ist es bei einer bevorzugten Ausführungsform nicht erforderlich,
3 dass die Phasenlage der Unwuchtwellen zueinander veränderbar sein muss, wie
4 dies z. B. bei dem in der DE 100 38 206 A1 beschriebenen Schwingungserreger der
5 Fall ist.

6 Der Begriff "Unwuchtmasse" ist im Zusammenhang mit dieser Beschreibung ab-
7 strakt gemeint. Selbstverständlich kann eine Unwuchtmasse auch aus mehreren
8 Unwuchtelementen bestehen, die auf der jeweiligen Unwuchtwellen verteilt sind.

9 10 Diese und weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachfolgend unter
10 Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

11 **Fig. 1** einen Schnitt in der Draufsicht durch einen erfindungsgemäßen
12 15 Schwingungserreger in Standstellung; und

13 **Fig. 2** schematische Schnitte durch zwei Unwuchtwellen in verschiede-
14 nen Drehstellungen mit den jeweiligen Stellungen der Unwucht-
15 massen.

16 20 Wie bereits erwähnt, sind Schwingungserreger in vielfältigen Ausprägungen
17 bekannt. Ebenso sind - wie z. B. in der DE 199 43 391 A1 dargelegt - sogenannte
18 "Phaseneinstelleinrichtungen", also Einstelleinrichtungen zum Verstellen von Rela-
19 tivstellungen zwischen Unwuchtmassen und Unwuchtwellen bekannt. Da die Erfin-
20 dung nicht die detaillierte und konkrete Gestaltung eines bestimmten Schwin-
21 gungserregers oder einer bestimmten Einstelleinrichtung, sondern vielmehr eine
22 dafür besonders geeignete, aber bisher nicht bekannte Relativstellung (Phasenlage)
23 betrifft, ist eine detaillierte Beschreibung des Schwingungserregers nicht erforder-
24 lich.

25 30 Dennoch soll anhand von Fig. 1 kurz der Aufbau eines erfindungsgemäßen Schwin-
26 gungserregers beschrieben werden.

27 35 In einem Gehäuse 1 sind zwei Unwuchtwellen 2, 3 drehbar gelagert, wobei die Un-
28 wuchtwellen 2 von einem nicht dargestellten Antrieb drehend angetrieben wird.

29 Die Unwuchtwellen 2 trägt Unwuchtelemente 4 und 5, die mit der Unwuchtwellen 2

1 fest verbunden sind und eine feststehende Unwuchtmasse bilden.

Weiterhin ist auf der Unwuchtwelle 2 eine drehbar bewegliche Unwuchtmasse 6 angeordnet, die über eine Nabe 7 und Lager 8 relativ zu der Unwuchtwelle 2 verdrehbar ist.

Die Relativstellung zwischen der beweglichen Unwuchtmasse 6 und der Unwuchtwelle 2 wird mit Hilfe einer Einstelleinrichtung 9 festgelegt. Das Wirkprinzip einer derartigen Einstelleinrichtung ist seit langem bekannt und z. B. in der DE 100 38 206 A1 beschrieben. Die Einstelleinrichtung 9 weist im Wesentlichen einen unter Hydraulikwirkung axial verstellbaren Kolben 10 auf, der in einem hohlen Bereich der Unwuchtwelle 2 axial hin- und herbewegbar ist. Der Kolben 10 trägt einen Querbolzen 11, der zwei in der Wandung der Unwuchtwelle 2 ausgebildete Längsnuten 12 durchdringt und in spiralförmige Nuten 13 eingreift, die auf der Innenseite der Nabe 7 ausgebildet sind. Bei axialer Verstellung des Kolbens 10 und damit des Querbolzens 11 verdreht sich somit die Nabe 7 und die von ihr getragene bewegliche Unwuchtmasse 6 relativ zu der Unwuchtwelle 2.

Die Unwuchtwelle 2 trägt weiterhin ein Zahnrad 14, das mit einem Zahnrad 15 kämmt, welches auf der Unwuchtwelle 3 angebracht ist. Über die Zahnräder 14 und 15 wird die Drehbewegung der angetriebenen Unwuchtwelle 2 auf die Unwuchtwelle 3 formschlüssig übertragen, die somit gegenläufig, aber mit gleicher Drehzahl dreht.

In gleicher Weise wie die Unwuchtwelle 2 trägt die Unwuchtwelle 3 zwei Unwuchtelemente 16, 17, die zusammen eine feststehende Unwuchtmasse bilden. Weiterhin ist eine auf der Unwuchtwelle 3 drehbar bewegliche Unwuchtmasse 18 vorgesehen, deren Relativstellung bezüglich der Unwuchtwelle 3 über eine Einstelleinrichtung 19 einstellbar ist. Da die Einstelleinrichtung 19 den gleichen Aufbau aufweist, wie die Einstelleinrichtung 9 wird auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet.

Die in dem Schnitt von Fig. 1 gezeigte Stellung der Unwuchtmasse entspricht der erfindungsgemäßen Relativstellung, in der sich die einzelnen, durch die jeweiligen Unwuchtmassen bzw. -elemente erzeugten Fliehkräfte in ihrer Gesamtheit aufheben (Standstellung). Das bedeutet, dass die Unwuchtwirkung der Unwuchtelemente 4, 5 bzw. 16, 17 einerseits und die Unwuchtwirkung der beweglichen Unwuchtmassen 6, 18 andererseits betragsmäßig identisch, aber entgegengesetzt sein müssen.

- 1 Die zugehörigen mr -Werte (Produkte aus Masse m x Radius r des Unwuchtschwerpunkts) müssen entsprechend aufeinander abgestimmt sein.

Als Ergebnis können demnach die Unwuchtwellen 2 und 3 rotieren, ohne dass eine
5 nach außen wirksame Unwucht und somit eine Schwingung entsteht. Bei Verstellung der beweglichen Unwuchtmassen 6, 18 durch die Einstelleinrichtungen 9, 19 wird jedoch dieser Gleichgewichtszustand aufgehoben, so dass die gewünschten Vertikal- und Horizontalschwingungen zur Bodenverdichtung entstehen können.

- 10 Die verschiedenen Relativstellungen und die sich daraus ergebenden Schwingungszustände sind in Fig. 2 dargestellt. Fig. 2 zeigt stark schematisierte Seitenansichten von rechts in Fig. 1.

Die schraffierten Halbkreise entsprechen den beweglichen, also verstellbaren Unwuchtmassen 6, 18, während die nicht schraffierten Halbkreise den bezüglich den Unwuchtwellen 2, 3 feststehenden Unwuchtmassen 4, 5 und 16, 17 entsprechen
15 sollen, wie dies z. B. in dem Feld a) "Stand" von Fig. 2 erkennbar ist.

Der in Fig. 1 dargestellte Zustand wird in Zeile a) von Fig. 2 unter der Überschrift
20 "Stand" aufgegriffen. Die Drehrichtung der Unwuchtwellen 2, 3 und damit der Unwuchtmassen ist durch gekrümmte Pfeile dargestellt. Die feststehenden Unwuchtmassen 4, 5 bzw. 16, 17 stehen jeweils den beweglichen Unwuchtmassen 6, 18 gegenüber.

- 25 In den Zeilen a) bis d) sind verschiedene Drehzustände der Unwuchtwellen 2, 3, jeweils um 90° verdreht, dargestellt. Die Drehrichtung der Unwuchtwellen 2, 3 ist selbstverständlich jedes Mal die gleiche.

Zum Erreichen einer Vorwärtsbewegung der Vibrationsplatte (linke Spalte von
30 Fig. 2) werden die beweglichen Unwuchtmassen 6, 18 bezüglich der feststehenden Unwuchtmassen 4, 5 bzw. 16, 17 verdreht.

In dem gezeigten Beispiel ist die bewegliche Unwuchtmasse 6 um 90° relativ zu den feststehenden Unwuchtelemente 4, 5 sowie zur Unwuchtwelle 2 verdreht worden.
35 Außerdem wurde die bewegliche Unwuchtmasse 18 bezüglich der feststehenden Unwuchtelemente 16, 17 auf der Unwuchtwelle 3 um 90° in die gleiche Richtung wie die bewegliche Unwuchtmasse 6 verdreht. Der entsprechende Zustand ist in

- 1 Fig. 2a) in der Spalte "Vorwärts" dargestellt. Auch hier sind in der Spalte "Vorwärts" unter a) bis d) verschiedene Drehzustände der Unwuchtwellen 2, 3 gezeigt.

5 Es ist erkennbar, dass sich die Fliehkräfte aufgrund der Unwuchtmassen 4, 5 einerseits und 6 andererseits bzw. 16, 17 und 18 nicht mehr kompensieren, wie dies bei der Standrüttelung der Fall war. Vielmehr überlagern sich die Fliehkräfte derart, dass sich eine in Fig. a) dargestellte resultierende Kraft nach links oben ergibt, was der Vorwärts-Richtung entsprechen soll.

- 10 In Fig. 2c) entsteht eine entsprechende Gegenwirkung nach rechts unten. In diesem Fall stützt sich die Vibrationsplatte am Boden ab und leitet die Schwingungsenergie in den Boden ein.

15 Eine Rückwärtsbewegung der Vibrationsplatte (in Fig. 2 nach rechts) ist in der rechten Spalte von Fig. 2 dargestellt. Dazu sind die beweglichen Unwuchtmassen 6 und 18 bezüglich der sie tragenden Unwuchtwellen 2, 3 in gegenüber der Vorwärtsrichtung entgegengesetzter Richtung und gegenüber der Standstellung um 90° verdreht worden, wie in Fig. 2a) in der Spalte "Rückwärts" erkennbar.

- 20 Hierdurch wird, wie in den Fig. a) und c) "Rückwärts" durch gerade Pfeile dargestellt, eine Hin- und Herschwingung der Vibrationsplatte nach rechts oben bzw. links unten erreicht, was in einer Rückwärtsfahrt resultiert.

25 Die in Fig. 2 gezeigten Stellungen der Unwuchtmassen sind Extremstellungen. Je nach Ausbildung der Einstelleinrichtungen 9, 19 sind auch beliebige Zwischenstellungen, d. h. andere Verstellwinkel als 90° erreichbar, so dass ein kontinuierlicher Wechsel zwischen Vorwärtsfahrt, Standbetrieb und Rückwärtsfahrt erreicht werden kann.

- 30 Für die Einstelleinrichtungen 9, 19 ist es einerseits möglich, auf bekannte Mittel, wie Hydrauliksteuerung, Elektromotoren, elektromechanische Stellglieder etc. zurückzugreifen. Alternativ dazu kann bei einer vereinfachten Ausführungsform auch eine Ansteuerung der beweglichen Unwuchtmassen mit Hilfe von einfachen Zug-Druckkabeln erfolgen, die über einen gemeinsamen Geber vom Bediener ansteuerbar sind. Dadurch lassen sich auch bei einfacheren Vibrationsplatten erhebliche
35 Kosten sparen.

1 Um einen präzisen Wechsel zwischen den einzelnen Betriebszuständen zu errei-
chen, sollte die Verstellung der Relativstellungen durch die Einstelleinrichtungen 9,
19 synchron durchführbar sein. Gegebenenfalls kann es darüber hinaus aber auch
zweckmäßig sein, eine individuelle Verstellbarkeit der beweglichen Unwuchtmassen
5 ohne Synchronisierungszwang zu ermöglichen.

Der kontinuierliche Wechsel zwischen Vorwärts- und Rückwärtsfahrt, bei dem
übergangsweise der Standbetrieb ohne Schwingungserzeugung einnehmbar ist, er-
möglicht es, dass der Betrag der resultierenden Fliehkraft und somit die wirksame
10 Schwingung proportional zu der Fortbewegungs-Geschwindigkeit der Vibrations-
platte anpassbar ist. Je langsamer die Vibrationsplatte fährt, desto geringer ist die
resultierende Fliehkraft, bis im Stillstand der Vibrationsplatte, z. B. im Reversier-
punkt, keine Schwingung mehr in den Boden eingeleitet wird. Diese proportionale
Abhängigkeit ergibt sich aus dem Aufbau des erfindungsgemäßen Schwingungser-
15 regers, ohne dass aufwändige Regelungsmaßnahmen ergriffen werden müssen.

Selbstverständlich ist es mit dem erfindungsgemäßen Schwingungserreger auch
möglich, andere Relativstellungen als die in Fig. 2 gezeigten einzunehmen. Bei ent-
sprechender Ausbildung der Einstelleinrichtungen 9, 19 lassen sich z. B. Relativ-
20 stellungen erreichen, bei denen im Stillstand der Vibrationsplatte zwar keine Verti-
kalschwingungen, aber dafür starke Horizontalschwingungen erzeugt werden, wie
in der DE 199 43 391 A1 bekannt.

Die Erfindung ist am Beispiel eines Schwingungserregers nach Fig. 1 erläutert wor-
den. Selbstverständlich lässt sich das der Erfindung zugrundeliegende Prinzip auch
25 auf andere Schwingungserreger übertragen, die z. B. mehrere bewegliche Unwucht-
massen oder eine andere Anzahl von Unwuchtwellen aufweisen.

30

35

1

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Schwingungserreger für Bodenverdichtungsgeräte, mit parallel oder koaxial zueinander stehenden, gegenläufig mit gleicher Drehzahl antreibbaren Unwuchtwellen (2, 3), wobei jede der Unwuchtwellen (2, 3) eine auf ihr feststehende Unwuchtmasse (4, 5; 16,17) und eine relativ zu ihr drehbar bewegliche Unwuchtmasse (6, 18) trägt, und wobei jeder der Unwuchtwellen (2, 3) eine Einstelleinrichtung (9, 19) zum Verstellen der Relativstellung der jeweiligen beweglichen Unwuchtmasse (6, 18) bezüglich der sie tragenden Unwuchtwelle (2, 3) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Relativstellungen durch die Einstelleinrichtungen (9, 19) derart einstellbar sind, dass sich die bei Drehung der Unwuchtwellen (2, 3) durch die Unwuchtmassen (4, 5; 16, 17; 6, 18) erzeugten Fliehkräfte in jeder Drehstellung der Unwuchtwellen (2, 3) in ihrer Gesamtheit aufheben.
2. Schwingungserreger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Relativstellung auf jeder der Unwuchtwellen (2, 3) derart einstellbar ist, dass sich die Fliehkräfte der von dieser Unwuchtwelle getragenen Unwuchtmassen (4, 5, 6; 16, 17, 18) in jeder Drehstellung der Unwuchtwelle aufheben.
3. Schwingungserreger nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Bewirken einer Fortbewegung des Bodenverdichtungsgeräts in eine horizontale erste Richtung die Relativstellungen derart veränderbar sind, dass sich die Fliehkräfte der Unwuchtmassen nicht aufheben, sondern eine aus den Fliehkräften resultierende Gesamt-Fliehkraft eine Horizontalkomponente aufweist.
4. Schwingungserreger nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Wechsel zwischen der ersten Richtung und einer entgegengesetzten zweiten Richtung die in Anspruch 1 definierten Relativstellungen übergangsweise einnehmbar sind.
5. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Änderung der Relativstellungen derart durchführbar ist, dass der Betrag einer aus den Unwuchtmassen resultierenden Gesamt-Fliehkraft proportional zu einer Fortbewegungs-Geschwindigkeit des Bodenverdichtungsgeräts ist.
6. Schwingungserreger nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die

1 Änderung der Relativstellungen kontinuierlich durchführbar ist.

7. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Unwuchtwellen (2, 3) formschlüssig gegenläufig drehbar miteinander gekoppelt sind.
5

8. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Phasenlage der Unwuchtwellen (2, 3) zueinander nicht veränderbar ist.
10

9. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstellung der Relativstellungen durch die Einstelleinrichtungen (9, 19) auf den Unwuchtwellen (2, 3) synchron durchführbar ist.

10. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einstelleinrichtungen (9, 19) elektrisch, hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch betätigbar sind.
15

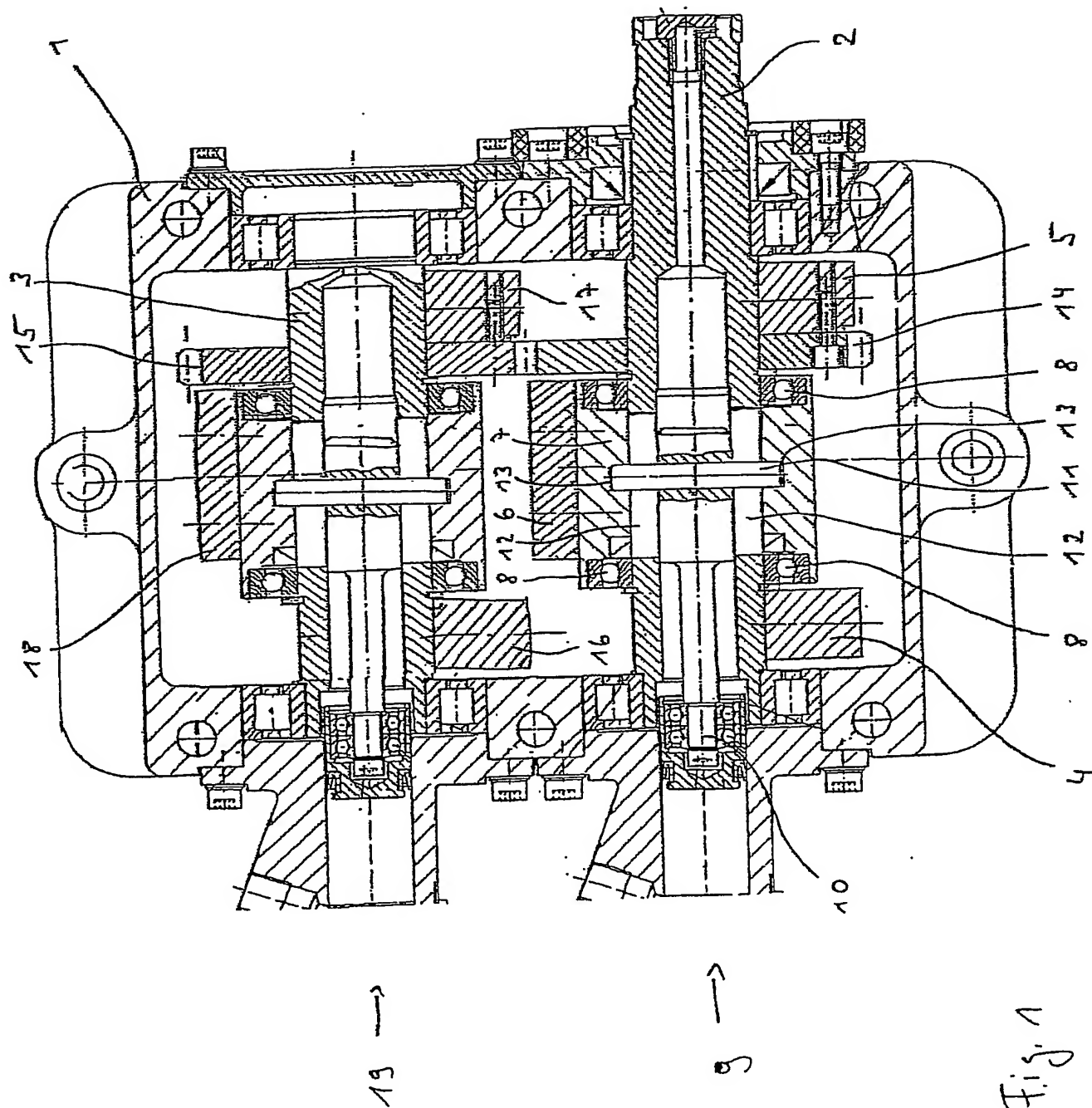
11. Schwingungserreger nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Teil der Unwuchtmassen aus mehreren Unwuchtelementen (4, 5; 16, 17) gebildet ist.
20

25

30

35

1/2



2/2

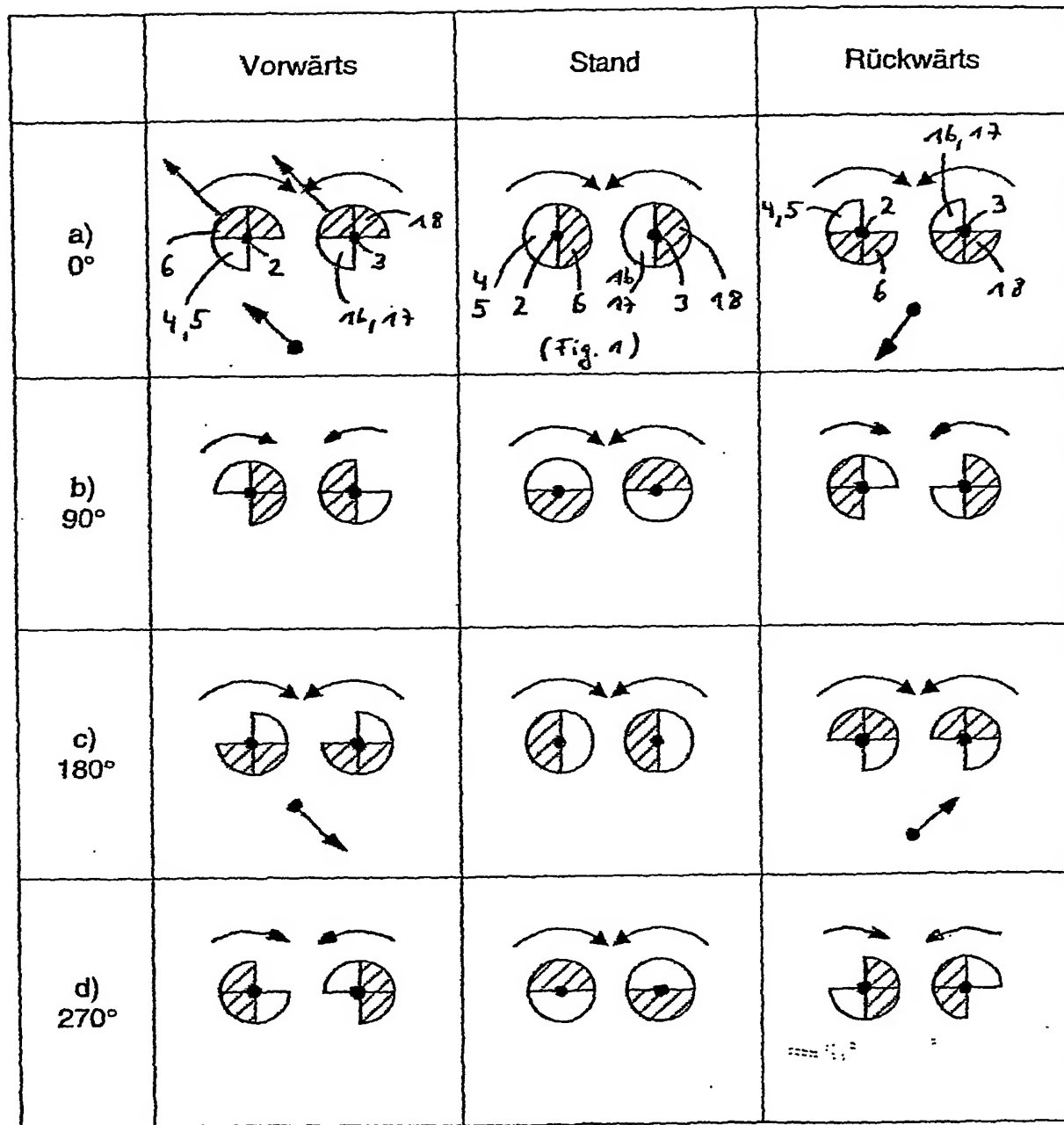


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/09822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B06B1/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B06B E02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 95 752 B (LOSENHAUSENWERK DÜSSELDORFER MASCHINENBAU AG) 22 December 1960 (1960-12-22) column 1, line 1 - line 12; figure 1 column 2, line 47 -column 3, line 50 ---	1-11
A	DE 100 38 206 A (WACKER WERKE KG) 21 February 2002 (2002-02-21) cited in the application column 3, line 20 -column 4, line 49; figure 1 -----	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 December 2003

Date of mailing of the international search report

18/12/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Häusser, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/09822

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1095752	B	22-12-1960	NONE	
DE 10038206	A	21-02-2002	DE 10038206 A1	21-02-2002
			WO 0211906 A1	14-02-2002
			EP 1305121 A1	02-05-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/09822

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B06B1/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B06B E02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 95 752 B (LOSENHAUSENWERK DÜSSELDORFER MASCHINENBAU AG) 22. Dezember 1960 (1960-12-22) Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 12; Abbildung 1 Spalte 2, Zeile 47 - Spalte 3, Zeile 50 ---	1-11
A	DE 100 38 206 A (WACKER WERKE KG) 21. Februar 2002 (2002-02-21) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 20 - Spalte 4, Zeile 49; Abbildung 1 -----	1-11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Dezember 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/12/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Häusser, T

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/09822

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 1095752	B	22-12-1960	KEINE		
DE 10038206	A	21-02-2002	DE	10038206 A1	21-02-2002
			WO	0211906 A1	14-02-2002
			EP	1305121 A1	02-05-2003